

USO Y CANTIDAD DE INFORMACIÓN DE GRÁFICOS EN MATERIALES DIDÁCTICOS DE FÍSICA

Ignacio Idoyaga, Jorge Maeyoshimoto, César Nahuel Moya, Hugo Granchetti
Universidad de Buenos Aires

RESUMEN: Se plantea un primer estudio de las representaciones gráficas presentes en el material didáctico de un curso de física universitaria, 279 en total. Se identificaron los tipos de representaciones gráficas. Se discriminaron los usos didácticos y científicos, y la cantidad de información intrínseca y extrínseca de los gráficos. La metodología propuesta recurrió a la estadística descriptiva e inferencial. Predominaron los gráficos cartesianos de uso didáctico expositivo y de uso científico teórico. Se encontraron pocos gráficos de uso didáctico problémico y científico experimental. Esto representaría un obstáculo para que los estudiantes entiendan los gráficos como herramientas cognitivas.

PALABRAS CLAVE: Representaciones gráficas; gráficos cartesianos; material didáctico; universidad; física.

OBJETIVOS: Se busca realizar un primer estudio descriptivo del rol de las representaciones gráficas en el material didáctico de un curso de física universitaria. Se pretende estudiar los tipos de representaciones gráficas, los usos didáctico y científico de los gráficos, su cantidad de información intrínseca y extrínseca, y las relaciones entre usos y cantidad de información.

MARCO TEÓRICO

Las representaciones gráficas son constructos culturales generados por combinaciones de marcas (puntos, líneas, sombras, entre otros) que se disponen espacialmente sobre una superficie bidimensional y que remiten a un mundo representante (referente) mediante un sistema de reglas de representación (Lombardi, Caballero y Moreira, 2009). Postigo y Pozo (2000) proponen clasificarlas teniendo en cuenta la clase y forma en la que se presenta la información y la relación con el objeto o fenómeno representado. Distinguen cuatro grupos:

1. Diagramas: expresan relaciones conceptuales (por ejemplo, cuadros sinópticos y organigramas).
2. Ilustraciones: mantienen una relación espacial en forma reproductiva con el objeto representado, con mayor o menor grado de iconicidad.
3. Mapas o planos o croquis: expresan una relación espacial selectiva (por ejemplo, croquis de instrumentos de laboratorio y planos de circuitos eléctricos).
4. Gráficos: representan en el espacio relaciones numéricas entre variables a través de distintos elementos (por ejemplo, barras y líneas).

En la enseñanza de las ciencias naturales las representaciones gráficas ocupan un lugar preponderante (Artola, Mayoral y Benarroch, 2016). Esto obedece a que la comunicación se establece recurriendo a distintos sistemas semióticos que actúan sinérgicamente, presentando cada uno un aspecto particular del tópico en cuestión (Lemke, 2002), contribuyendo a la construcción de un significado canónico (Roth, Bowen y McGinn, 1999). Por lo que, las características y restricciones de cada sistema condicionan el aprendizaje (Perales, 2006).

Particularmente, los gráficos cartesianos brindan la posibilidad de representar la experiencia, recolectar, transformar y teorizar sobre la data, describir fenómenos y realizar inferencias. (Arias, Leal y Organista, 2011; Jiménez Tejada, Sánchez Monsalve y González García, 2013).

En los materiales didácticos producidos y utilizados por los profesores se encuentran gráficos cartesianos. García García (2005) remarca que pueden ser incluidos con fines diferentes. En este sentido, los gráficos presentan distintos usos didácticos que refieren a la intención comunicativa del autor:

1. Uso expositivo: el gráfico se emplea para relatar o describir principios o fenómenos.
2. Uso problémico: el gráfico se emplea para formular preguntas o problemas planteados o resueltos.
3. Uso instrumental: el gráfico se emplea como herramienta dentro de un proceso de aplicación experimental desarrollado o propuesto dentro del material didáctico.

De igual manera, se puede reconocer el papel que un gráfico cumple dentro del discurso de la disciplina. Se distingue entre dos categorías de uso científico:

1. Uso experimental: el gráfico se usa para representar el comportamiento de un grupo de datos.
2. Uso teórico: el gráfico se emplea como modelo teórico sobre el comportamiento de los fenómenos.

Otro aspecto es la cantidad de información vinculada a los gráficos incorporados en los materiales didácticos. Se puede discriminar entre la información contenida dentro del gráfico o intrínseca y la información contenida en el entorno del gráfico, en el texto que lo acompaña, o extrínseca. La cantidad de información intrínseca guardará relación con el número de elementos informativos presentados dentro del gráfico (escala, título, unidades, nombre de los ejes, entre otros). La cantidad de información extrínseca refiere a la suma de los elementos informativos que se encuentran en el entorno del gráfico (referencias explícitas al gráfico, inclusión de prácticas científicas asociadas a la elaboración del mismo, entre otros).

METODOLOGÍA

Muestra

Para este estudio se utilizó una muestra conformada por la totalidad de las representaciones gráficas presentes en el material didáctico (N=279) de la asignatura Física correspondiente a las carreras de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires.

Variables de la investigación y niveles

– *Tipo de representación gráfica.* Variable cualitativa nominal. Niveles: *diagramas, ilustraciones, mapas o planos o croquis y gráficos.*

– *Uso didáctico de los gráficos*. Variable cualitativa nominal. Niveles: *expositivo, problémico e instrumental*.

– *Uso científico de los gráficos*. Variable cualitativa nominal. Niveles: *experimental y teórico*.

– *Cantidad de información intrínseca de los gráficos*. Variable cuantitativa continua. Esta variable refiere a la cantidad de elementos informativos presentados dentro de gráfico. Puede tomar valores de 0 a 11 según el gráfico presente: escalas, unidades claramente identificadas, datos dentro del espacio gráfico, nombre de los ejes (no sólo una letra), título, fórmulas físicas, expresiones algebraicas, datos numéricos en los ejes (diferentes a las grandes divisiones de la escala), íconos (que refieran al fenómeno estudiado o a montajes experimentales relacionados con la construcción de la gráfica), términos (conceptos o frases cortas de tipo explicativo), o signos o símbolos propios del campo de la física.

– *Cantidad de información extrínseca de los gráficos*. Variable cuantitativa continua. Esta variable representa la suma de los elementos informativos presentes en el texto que guarden relación con el gráfico. Puede tomar valores de 0 a 6 según el texto presente: referencias explícitas a la gráfica, inclusión de prácticas científicas asociadas a la elaboración de la gráfica, referencias a conceptos familiares pertenecientes al campo conceptual de la física y asociados a la relación expuesta en la gráfica, expresiones algebraicas referidas a funciones asociadas a la gráfica, diferenciación explícita de las variables presentes en la gráfica, o referencias a fenómenos cotidianos relacionados con la representación gráfica.

Diseño

Se las clasificaron las representaciones gráficas según su tipo. En una segunda etapa se discriminaron los usos didáctico y científico de los gráficos. Luego con una guía de análisis especialmente diseñada se procedió a la cuantificación de la información intrínseca y extrínseca de los gráficos. Finalmente se procedió a analizar los datos recogidos utilizando estadística descriptiva e inferencial.

Análisis de datos

Para conocer la distribución porcentual de la variable *Tipo de representación gráfica* se realizó un análisis descriptivo. Se trataron de igual manera las variables *Uso Didáctico* y *Uso Científico* para aquellas representaciones categorizadas como gráficos. Para las variables *Cantidad de información intrínseca* y *Cantidad de información extrínseca*, se calcularon estadísticos descriptivos de tendencia central y dispersión, según las variables de clasificación *Uso didáctico y científico*.

Para el análisis estadístico inferencial, en primer lugar, se realizaron las pruebas de normalidad correspondientes (test de *Shapiro-Wilk*) y de homogeneidad de varianzas (test de *Levene*). Luego según los resultados se realizó el test *U de Mann-Whitney* (sin normalidad) o el test de *Student* para muestras independientes (con normalidad y homogeneidad de varianzas) para comparar las *Cantidad de información intrínseca* y *extrínseca* según el *Uso didáctico y científico*.

Para todos los análisis estadísticos se utilizó el software SPSS (versión 22). En todas las pruebas de hipótesis se eligió un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las 279 representaciones se encontraron 4 *diagramas*, 47 *ilustraciones*, 186 *croquis y planos* y 42 *gráficos* cartesianos. El elevado número de *croquis y planos*, corresponde en su mayoría a la descripción del instrumental de laboratorio que se utiliza en los trabajos prácticos de la asignatura. La preponderancia de este tipo de representación podría deberse a que los autores las incluyen teniendo en cuenta que están ausentes en la bibliografía sugerida para el curso.

Los 42 *gráficos* cartesianos identificados revisten especial interés por las potencialidades que este tipo particular de representación tiene, no solo para el discurso de la disciplina, sino para las actividades experimentales propuestas en la asignatura. Con respecto al *Uso didáctico*, el 66,7% corresponde al nivel *Expositivo*, resultando menos frecuentes los niveles *Problémico* (11,9%) e *Instrumental* (21,4%). Esto podría entenderse como una mayor valoración por parte de los autores (docentes de la asignatura) de las propiedades discursivas de estas representaciones con respecto a su potencial para plantear interrogantes al alumnado o constituirse en herramientas propias del trabajo experimental. En lo que respecta al *Uso científico*, el 88,1% corresponde al nivel *Teórico*. Esta tendencia a presentar pocos gráficos de uso *Experimental* podría distorsionar la comprensión de la naturaleza de una disciplina predominantemente empírica y dificultar el entendimiento de la utilidad de las actividades experimentales propuestas durante el curso.

La media de la variable *Cantidad de información intrínseca* resultó 4,40 (máximo posible 11) con una desviación estándar de 1,668. En el caso de la variable *Cantidad de información extrínseca* la media se calculó en 3,02 (máximo posible 6) con una desviación estándar de 1,423. Se observó una distribución normal para la variable *Cantidad de información intrínseca* (Shapiro-Wilk $p=0,132$); no así para la variable *Cantidad de información extrínseca* (Shapiro-Wilk $p=0,007$). Estos resultados muestran que los gráficos estudiados presentan en sí mismos una cantidad de información relativamente baja y que los autores complementan las representaciones incluyendo un mayor grado de información en el contexto en el que están insertos. Una consecuencia de esto podría ser que los estudiantes entiendan que estas representaciones siempre deben estar acompañadas de contextos ricos en información, siendo poco informativas *per se*.

Las variables *Cantidad de información intrínseca* y *extrínseca* no mostraron normalidad para todos los niveles de *Uso didáctico*. En base al test de *Kruskal Wallis* se observaron diferencias significativas entre los niveles *Expositivo*, *Problémico* e *Instrumental* en cuanto a la *Cantidad de información extrínseca* ($p = 0,003$), resultando el último mayor. No se observaron diferencias significativas en cuanto a la *Cantidad de información intrínseca* ($p = 0,507$). Resulta llamativo que la *Cantidad de información intrínseca* que los autores asignan a las representaciones no se vea afectada por la intención con la que se incluye en el material. Sin embargo, la mayor cantidad de información que aparentemente requeriría el uso instrumental se incluye en el contexto, desvirtuando la comprensión de la representación como un elemento capaz de contener gran cantidad de información.

La variable *Cantidad de información intrínseca* mostró normalidad para ambos niveles de *Uso científico*, así como homogeneidad de varianzas. La variable *Cantidad de información extrínseca* no mostró normalidad. En base al test de *Student* para muestras independientes, no se observaron diferencias significativas entre las representaciones de niveles *Teórico* y *Experimental* en cuanto a la *Cantidad de información intrínseca* ($p = 0,579$). El test *U de Mann-Whitney* no muestra diferencias en la *información extrínseca* ($p = 0,999$). Sería esperable que los gráficos de nivel *Experimental* mostraran mayor cantidad de información referente a su construcción a partir de la data. Que esto no se evidencie podría responder a que aparecen poco representados en la muestra.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Dentro de los gráficos estudiados predominan los de uso expositivo y teórico. Esto podría representar un obstáculo para que los estudiantes comprendan los gráficos como herramientas cognitivas útiles para resolver problemas y elementos indisolubles de la práctica experimental. Podría llevar a entenderlos como elementos propios de la retórica teórica o del discurso modélico, como un producto terminado y ausente en el quehacer del experimentador, propiciando un entendimiento deformado del papel de los gráficos en el marco de la producción del conocimiento científico. Por lo que, el profesor

debería remarcar los aspectos instrumentales y experimentales de estos en el caso de utilizar materiales como los estudiados.

Si bien este estudio es un primer intento de describir estos materiales haciendo foco en lo gráficos, es evidente la necesidad de avanzar en el estudio de otras representaciones presentes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado en el marco de los Proyectos: UBACYT (2014-2017) N° 20020130100073BA y CONICET- PIP (2014-2016) N° 11220130100609CO.

REFERENCIAS

- ARIAS, C., LEAL, L. y ORGANISTA, M. (2011). La modelación de la variación, un análisis del uso de las gráficas cartesianas en los libros de texto de biología, física y química de secundaria. *Revista de Ciencias*, 15, 93-118.
- ARTOLA, E., MAYORAL, L. y BENARROCH, A. (2016). Dificultades de aprendizaje de las representaciones gráficas cartesianas asociadas a biología de poblaciones en estudiantes de educación secundaria. Un estudio semiótico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 36-52.
- GARCÍA GARCÍA, J. J. (2005). El uso y volumen de información en las representaciones gráficas cartesianas presentadas en los libros de texto de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(2), 181-200.
- JIMÉNEZ TEJADA, M., SÁNCHEZ MONSALVE, C. y GONZÁLEZ GARCÍA, F. (2013). How Spanish primary school students interpret the concepts of population and species. *Journal of Biological Education*, 47(4), 232-239.
- LEMKE, J. (2002). Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones. En M. Benlloch (comp.), *La educación en ciencias: Ideas para mejorar su práctica* (159-186). Barcelona: Paidós.
- LOMBARDI, G., CABALLERO, C. y MOREIRA, M. A. (2009). El concepto de representación externa como base teórica para generar estrategias que promuevan la lectura significativa del lenguaje científico. *Revista de Investigación*, 33(66), 147-186.
- PERALES, F.J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 13-30.
- POSTIGO, Y. y POZO, J. I. (2000). Cuando una gráfica vale más que 1000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. *Infancia y Aprendizaje*, 90, 89-100.
- ROTH, W.M., BOWEN, G.M. y MCGINN, M.K. (1999). Differences in graph-related practices between high school biology textbooks and scientific ecology journals. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(9), 977-1019.

